

## PENGARUH KEPADATAN DAN KADAR AIR TERHADAP HAMBATAN PENETRASI SONDIR PADA TANAU LANAU (Studi kasus: Lanau di Tondo Kota Palu)

Benyamin Bontong\*

### Abstract

*The penetration resistance using DCPT on a type of soil are influenced by density and moisture content. The aim of this research is to experimentally study of cone penetration resistance ( $q_c$ ), friction ratio  $R_f$ , dry density ( $\gamma_d$ ) and water content ( $w$ ) relationship on silt. The silt sample taken from Tondo, Eastward of SMUN 5 Palu. The penetration test are worked on several  $\gamma_d$  and  $w$  variation. Test result showed that the higher the water content, the higher the friction ratio  $R_f$  but the lower the  $q_c$ . At low  $w$ , the higher the  $\gamma_d$  the higher the gradient  $q_c/w$ . At high water content, rising up the  $\gamma_d$  have no significant influence to the gradient  $q_c/w$ .*

**Keyword:** Cone resistance, friction ratio, density, water content

### 1. Pendahuluan

Penyelidikan tanah merupakan satu tahapan penting untuk memperoleh informasi yang diperlukan pada perencanaan proyek bangunan sipil. Untuk mendapatkan hasil desain yang aman dan ekonomis khususnya pada proyek-proyek berskala besar, dibutuhkan data hasil penyelidikan tanah yang teliti dan lengkap. Hasil yang lengkap dapat diperoleh dengan menggunakan beberapa kombinasi pengujian antara lain uji penetrasi sondir, pemboran untuk mengetahui struktur jenis lapisan tanah, uji SPT, uji geser baling-baling di lapangan dan uji parameter tanah di laboratorium. Penyelidikan yang lengkap memerlukan waktu yang relatif lama dan biaya yang besar. Penyelidikan tanah dengan alat sondir relatif murah dan sangat cepat untuk menjangkau kedalaman yang cukup besar (sampai kedalaman 20 bahkan 30 meter), dibandingkan dengan penyelidikan lain, tetapi hasilnya tidak memberikan informasi jenis lapisan tanah. Namun demikian, dengan mengetahui hubungan antara kepadatan, kadar air dan hambatan penetrasi sondir, dapat diprediksi jenis lapisan tanah pada setiap kedalaman tertentu yang dijangkau.

### 2. Tinjauan Pustaka

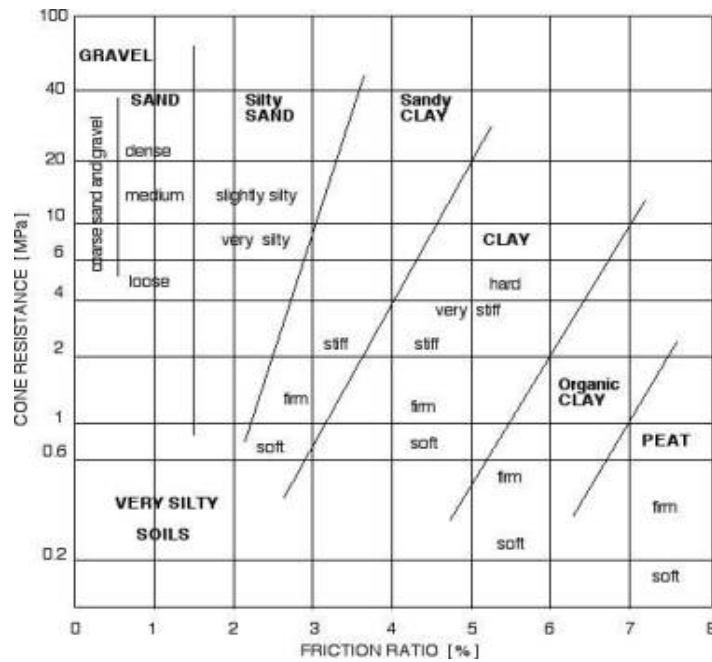
Penyelidikan tanah dengan metode penetrasi sondir (CPT) disamping keterbatasannya, memiliki

kelebihan tersendiri dibandingkan dengan metode lain karena dapat mempresentasikan data secara menerus mulai dari permukaan tanah sampai pada kedalaman yang dijangkau. Jika dibandingkan dengan uji SPT, data yang dihasilkan hanya data uji pada setiap interval tertentu misalnya setiap 2 meter. Data yang didapatkan dengan menggunakan alat sondir meliputi nilai hambatan konus  $q_c$ , nilai hambatan friksi  $f_s$  dan rasio friksi  $F_r$ , dimana  $F_r = f_s/q_c$  dinyatakan dalam %.

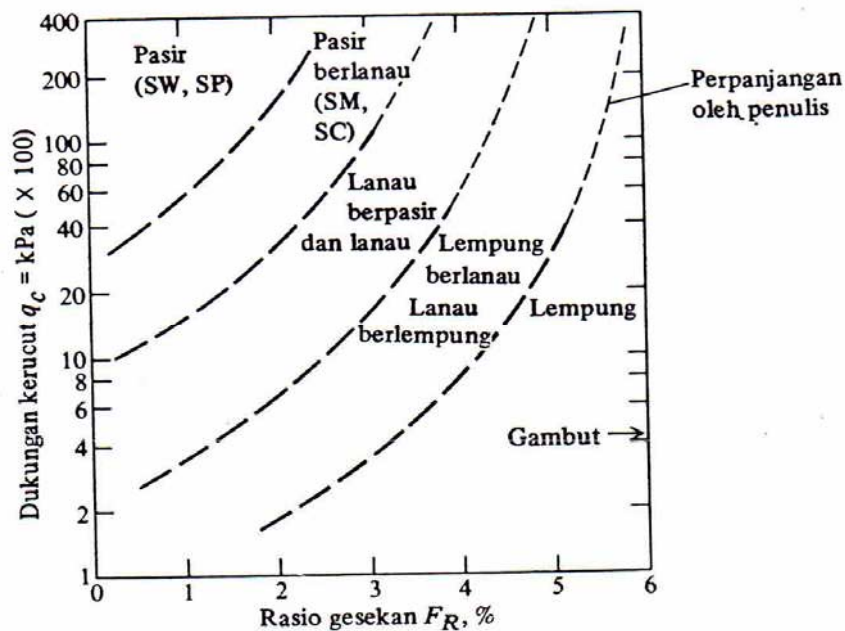
Walaupun data hasil pengujian dengan sondir tidak memberikan gambaran secara langsung tentang jenis atau struktur lapisan tanah, tetapi dengan mempelajari hubungan antara nilai-nilai  $q_c$ ,  $f_s$  dan  $F_r$  untuk berbagai kondisi kepadatan dan kadar air, dapat diketahui adanya hubungan yang spesifik pada masing-masing jenis tanah. Brouwer (2002) menyatakan bahwa beberapa peneliti telah melakukan penelitian tentang hubungan antara  $q_c$  dengan  $F_r$  pada berbagai jenis tanah. Salah satu diantara hasil penelitian tersebut dilaporkan dalam bentuk grafik seperti pada Gambar 1.

Bowles (1997) telah mengutip hasil penelitian Robertson dan Campanella (1983) yang membahas tentang hubungan antara  $q_c$  dengan  $F_r$  pada beberapa jenis tanah. Hasil penelitian tersebut dipresentasikan dalam bentuk grafik pada Gambar 2.

\* Staf Pengajar Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Tadulako, Palu



Gambar 1. Grafik Hubungan antara  $q_c$  dan  $F_r$  pada Beberapa Jenis Tanah (Brouwer, 2002 )



Gambar 2. Grafik hubungan  $q_c$  dengan  $F_r$  menurut Robertson dan Campanella ( Bowles, 1997)

### 3. Metode Penelitian

#### 3.1 Bahan penelitian

Bahan penelitian adalah tanah lanau yang diambil di kelurahan Tondo, sebelah Timur gedung SMU Negeri 5 Palu. Sifat fisik dan indeks bahan sebagai ditabelkan pada Tabel 1.

Tabel 1. Sifat-sifat Fisik dan Indeks tanah lanau dalam penelitian

Parameter	Nilai
Batas cair, $LL$	43,0 %
Indeks Plastis, $PI$	13,0 %
Berat spesifik, $G_s$	2,67
Fraksi butiran halus ( <i>lolos # 200</i> )	79,5 %
Simbol Klasifikasi USCS	ML
Kadar air optimum $w_{opt}$	18,0 %

#### 3.2 Perlakuan kadar air

Perlakuan variasi kadar air untuk pengujian dipilih 4 % 11%, 18%, 25% dan 32%. Rentang kadar air diambil cukup lebar supaya pengaruh perubahannya nyata (dua variasi di bawah kadar air optimum dan dua variasi di atasnya), dan nilai tengahnya dipilih kadar air optimum yang didapatkan dari pemadatan standar ( $w_{opt}=18\%$ ).

#### 3.3 Perlakuan kepadatan

Contoh tanah dipadatkan dalam satu cetakan berbentuk kotak yang terbuat dari beton berdinding tebal. Kotak dibuat dengan ukuran panjang dan lebar masing-masing 40cm dan tinggi 72 cm. Ukuran dipilih sedemikian rupa sehingga pengaruh faktor skala diminimalkan. Menurut Brouwer (2002), uji penetrasi konus dapat dipandang sebagai tiang skala kecil. Untuk suatu tiang, pengaruh keruntuhan mencapai kira-kira 4 kali diameter (lihat Gambar 3).

Diameter konus yang digunakan  $D_c = 3,57$  cm. Diameter pengaruh menurut gambar di atas adalah  $8D_c = 28.6$  cm. Diambil ukuran kotak pemadatan =  $40\text{ cm} > 8D_c$ .

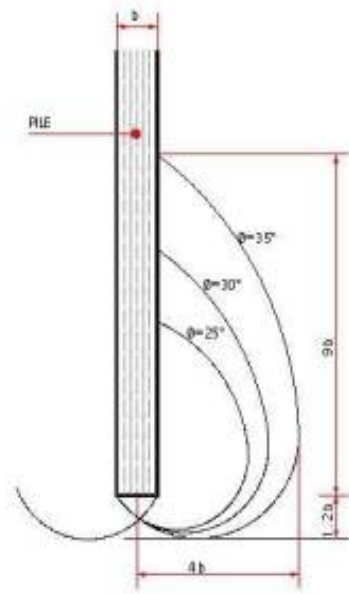
Kepadatan dibuat dalam 4 variasi, dua di atas kepadatan lapangan dan 2 di bawahnya.

#### 3.4 Alat uji penelitian

Alat uji yang digunakan adalah sondir ( $DCPT$ ), dengan alat penetrasi tipe bikonus dan

mengacu pada standar rujukan SNI 03-2827-1992. Spesifikasi alat sebagai berikut:

- Bikonus dengan tinggi mantel 133,5 mm
- Luas mantel  $150\text{ cm}^2$
- Luas penampang konus  $10,0\text{ cm}^2$
- Sudut puncak konus  $60^\circ$



Gambar 3. Bidang geser runtuh tiang (Brouwer, 2002)

### 4. Hasil dan Pembahasan

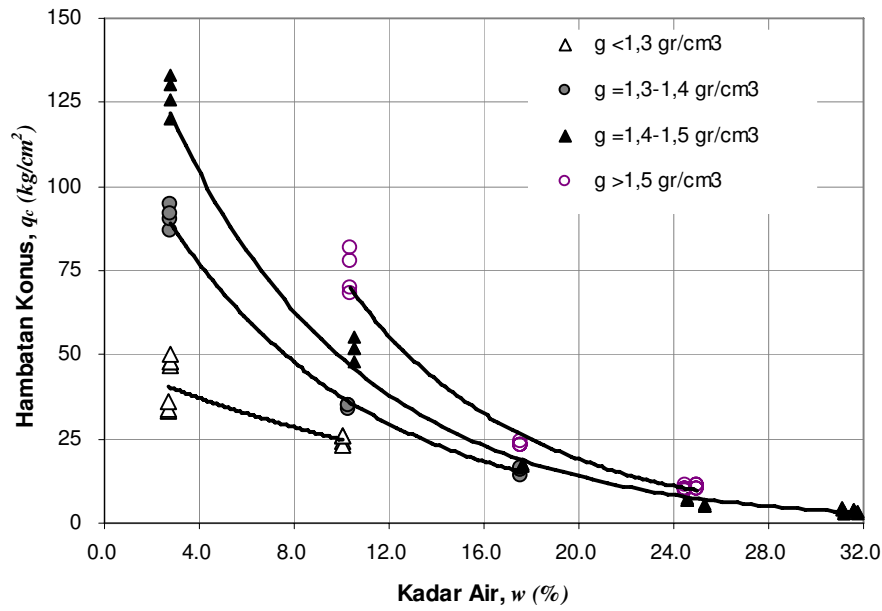
Hasil pengujian penetrasi sondir pada beberapa kondisi kepadatan dan kadar air untuk tanah lanau diperlihatkan dalam bentuk grafik pada gambar-gambar yang disajikan (Gambar 4, Gambar 5, Gambar 6 dan Gambar 7). Gambar 4 menunjukkan grafik hubungan antara kadar air  $w$  dengan hambatan konus  $q_c$  untuk beberapa variasi tingkat kepadatan ( $\gamma$ ) tanah.

Gambar 4 ini menunjukkan bahwa semakin tinggi kadar air  $w$ , semakin rendah hambatan konus  $q_c$  untuk setiap rentang kepadatan kering  $\gamma_d$ . Pada saat kadar air menuju ke posisi semakin kering, semakin tinggi kepadatan kering, semakin miring gradien kurva  $q_c-w$  (semakin besar  $q_c/w$ ).

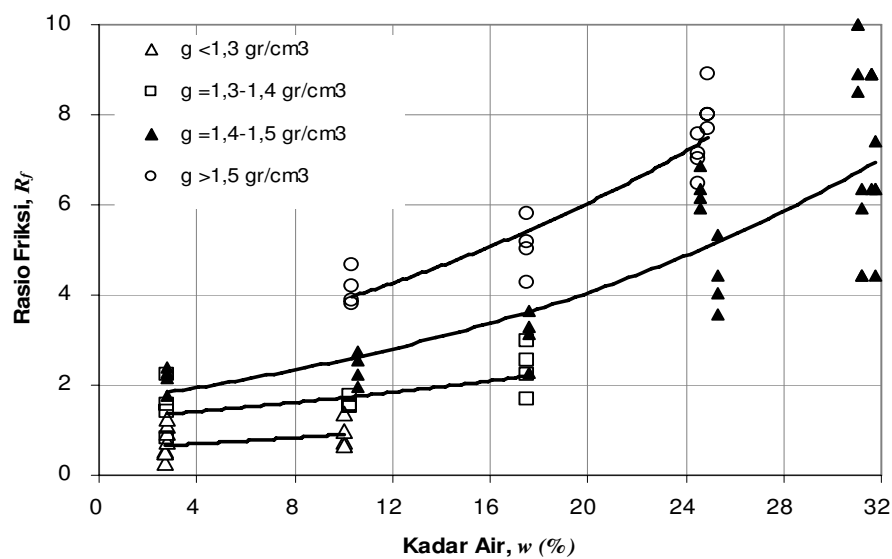
Sebaliknya pada saat kadar air tinggi, maka penningkatan kepadatan kering tidak banyak berpengaruh pada nilai  $q_c/w$  (gradien kecil). Pada

saat kadar air melebihi 24%, perubahan kadar air maupun kepadatan kering hampir tidak berpengaruh pada perubahan hambatan konus,

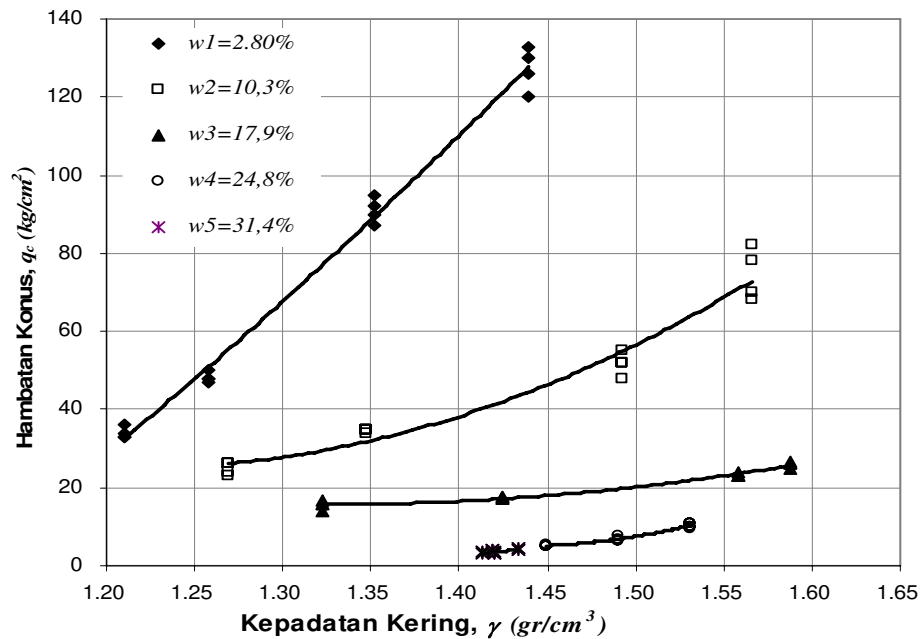
dimana hambatan konus pada keadaan ini mendekati nol..



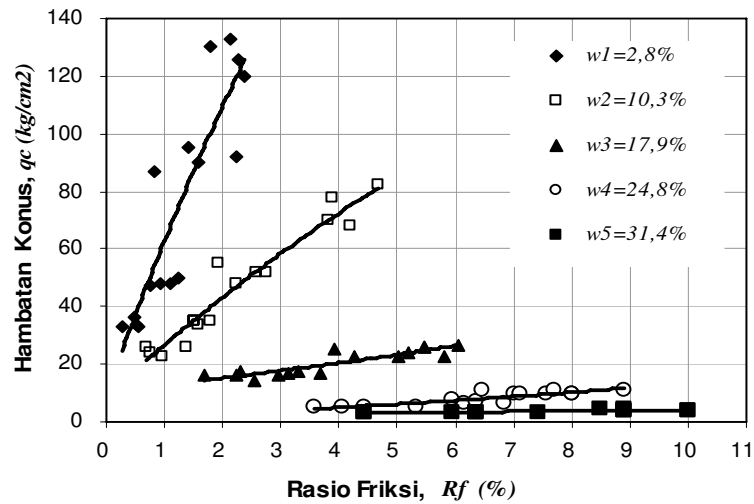
Gambar 4. Grafik hubungan antara kadar air vs hambatan konus untuk beberapa rentang tingkat kepadatan.



Gambar 5. Grafik hubungan antara kadar air  $w$  dengan rasio friksi  $R_f$



Gambar 6. Grafik hubungan antara kepadatan kering dengan hambatan konus



Gambar 7. Grafik hubungan antara rasio friksi dengan hambatan konus

Gambar 5 menunjukkan grafik hubungan antara kadar air dengan rasio friksi, untuk beberapa variasi rentang kepadatan kering. Gambar ini

menunjukkan bahwa semakin tinggi kadar air, semakin meningkat rasio friksi untuk setiap rentang kepadatan kering. Peningkatan ratio friksi semakin

tajam pada saat kepadatan kering semakin bertambah.

Pada Gambar 6, diperlihatkan grafik hubungan antara kepadatan kering dengan hambatan konus untuk beberapa variasi kadar air. Gambar tersebut menunjukkan bahwa pada kadar air tinggi ( $w > 17\%$ ), peningkatan kepadatan kering sangat kecil pengaruhnya terhadap peningkatan hambatan konus, sedangkan pada kadar air rendah, peningkatan kepadatan kering sangat besar pengaruhnya terhadap peningkatan hambatan konus.

Pada Gambar 7 diperlihatkan grafik hubungan antara rasio friksi dengan hambatan konus untuk beberapa variasi kadar air. Pada grafik tersebut dapat dilihat bahwa sewaktu kadar air tinggi (misalnya  $w > 24\%$ ), pada saat rasio friksi meningkat tajam, ternyata hambatan konus hampir tidak mengalami perubahan. Sebaliknya pada saat kadar air rendah, peningkatan hambatan konus lebih besar daripada peningkatan rasio friksi.

## 5. Kesimpulan

Dari pembahasan hasil penelitian di atas, untuk tanah lanau yang diteliti dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut:

- 1) Semakin tinggi kadar air  $w$  semakin rendah hambatan konus  $q_c$  untuk setiap rentang kepadatan kering  $\gamma_d$ .
- 2) Pada kadar air rendah, semakin tinggi kepadatan kering semakin miring gradien kurva  $q_c$ - $w$ . Sebaliknya pada kadar air tinggi, peningkatan kepadatan kering tidak banyak berpengaruh terhadap peningkatan hambatan konus dan gradien kurva  $q_c$ - $w$ . ( $q_c$  maupun gradien kurva  $q_c$ - $w$  tetap mendekati nol).
- 3) Semakin tinggi kadar air, semakin meningkat rasio friksi  $R_f$  untuk setiap rentang kepadatan kering. Gradien kurva  $R_f$  - $w$  (nilai  $R_f / w$ ) semakin curam seiring dengan peningkatan kepadatan kering.

## 6. Daftar Pustaka

- Bowles, J.E, 1997, "*Foundation Analysis and Design*", McGraw-Hill, Fourth Edition.
- Brouwer, J.J.M, 2002, "*Guide To Cone Penetration Testing On Shore And Near Shore*", Lankelma CPT Ltd., First Edition.
- Das, B.M, 1995, "*Principles of Foundation Engineering*", PWS-Kent, Third Edition.

Hendarsin S.L., 2003, "*Penuntun Praktis Investigasi Rekayasa Geoteknik untuk Perencanaan Bangunan Teknik Sipil*", Politeknik Negeri Bandung, Cetakan Pertama.